

# Abschlussbericht

## Seitensichtsonar-Kartierung der Abrasionsplattform seewärts des Brodtener Ufers (Lübecker Bucht)

Institut für Geowissenschaften  
AG Sedimentologie, Küsten- und Schelfgeologie  
Christian-Albrechts-Universität, Kiel



Klaus Schwarzer & Peter Feldens  
Kiel, Dezember 2010



# Abschlussbericht

## Seitensichtsonar-Kartierung der Abrasionsplattform seewärts des Brodtener Ufers (Lübecker Bucht)

Institut für Geowissenschaften,  
AG Sedimentologie, Küsten- und Schelfgeologie  
Christian-Albrechts-Universität, Kiel



Klaus Schwarzer & Peter Feldens  
Kiel, Oktober 2010

.....  
(Dr. Klaus Schwarzer)

.....  
(Dipl. Geol. Peter Feldens)

## Inhalt

1. Einleitung .....	1
1.1 Untersuchungsgebiet.....	1
1.2 Datenbasis.....	2
2. Methodik.....	2
3. Ergebnisse .....	6
3.1 Hydroakkustik .....	6
3.2 Sedimentologische Daten .....	10
4. Interpretation .....	15
Literaturverzeichnis .....	17
Anlagen .....	20

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Funktionsprinzip des Seitensichtsonars .....	3
Abbildung 2 Flussdiagramm zur Probenbearbeitung.....	5
Abbildung 3 Vergleichender Korngrößenmaßstab .....	5
Abbildung 4 Übersicht über das Arbeitsgebiet .....	7
Abbildung 5 Archivdaten der inneren Lübecker Bucht.....	8
Abbildung 6 Detailansicht der Abrasionsplattform .....	9
Abbildung 7 Verlauf von Sandbändern auf der Abrasionsplattform .....	10
Abbildung 8 Übersicht über die Probenstationen. ....	11
Abbildung 9 Übersicht über die Korngrößenverteilungen.. ....	12
Abbildung 10 Abgrenzung der Abrasionsplattform .....	15

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1. Übersicht der Sedimentproben.. ....	14
--	----



# 1. Einleitung

Die geologisch / sedimentologische Ausbildung des Meeresbodens bestimmt neben der Exposition eines Küstenabschnittes und der Nährstoffzufuhr maßgeblich die Abundanz von Zoo- und Phytobenthos. Die Zielsetzung dieses Projektes war es, die sedimentologische Beschaffenheit des Meeresbodens seewärts des Brodtener Ufers mittels hydroakustischer Messsysteme in einem ausgewählten Areal flächendeckend zu erfassen und die Ergebnisse in einer Karte darzustellen. Weiterhin sollte eine Zusammenstellung von bereits im Institut für Geowissenschaften der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel (IfG) vorhandener Seitensichtsonar-Daten aus der Lübecker Bucht erfolgen.

Ein entsprechender Auftrag wurde mit Schreiben v. 20.05.2010 dem Institut für Geowissenschaften, AG Sedimentologie, Küsten- und Schelfgeologie vom Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume (LLUR) erteilt.

## 1.1 Untersuchungsgebiet

Die innere Lübecker Bucht wurde als Teil des Lübecker Beckens ursprünglich während der Saale-Eiszeit geformt. Das Relief des heutigen Meeresbodens ist primär das Ergebnis weichselzeitlicher Ablagerungen und holozäner Formungsprozesse. Das aktive Kliff am Brodtener Ufer wird ebenfalls von weichselzeitlichen Ablagerungen (Geschiebemergel und Beckensedimente) gebildet (Duphorn et al., 1995).

Spätestens vor 6 500 <sup>14</sup>C-Jahren gelangte das damals über 6 km seewärts reichende Brodtener Ufer in den Einflussbereich anbrandender Meereswellen. Beim Zurückschneiden des Kliffs entstand die Abrasionsplattform des in Seekarten als „Steinriff“ bezeichneten Bereichs. Flachseismische Untersuchungen belegen, dass nicht das gesamte erodierte Material in den küstenparallelen Sedimenttransport eingespeist wurde, sondern erhebliche Mengen teilweise unmittelbar an den Flanken des Steinriffs zur Ablagerung kamen (SCHWARZER & KRAUSE, 2008). In Abhängigkeit von der jeweils vorherrschenden Windrichtung wurde das aus dem Kliffrückgang und der Abrasion der submarinen Hochflächen bereitgestellte Sediment sowohl in die Trave- als auch in die Hemmelsdorfer-Förde verfrachtet. Weitere submarine Hochflächen im Küstenvorfeld vor Niendorf /Timmendorfer Strand dienten als zusätzliche Sedimentlieferanten für den Aufbau der heutigen Küstenmorphologie (DUPHORN et al. 1995).

Aufgrund der ausgeprägten Windwirklänge bei NE-Stürmen und den daraus resultierenden hohen Wellenenergien laufen die Prozesse des fortschreitenden

Küstenausgleiches im innersten Teil der Lübecker Bucht besonders intensiv ab. Das etwa 5 km lange, bis zu 22 m hohe und konvex nach NE exponierte Kliff des Brodtener Ufers wurde nach der jüngsten, umfassenden Datenaufbereitung (ZIEGLER & HEYEN 2005) zum Rückgangsgeschehen in dem Zeitraum von 1957 – 1979, längerfristige Untersuchungsreihen nach 1979 liegen nicht vor, im Mittel um 0,37 cm/a zurück verlegt. Aufgrund des langen Windstriches bei NE-Stürmen und dem daraus resultierenden hohen Energieeintrag mit den resultierenden Sedimenttransportkapazitäten (SCHWARZER et al. 2000) sind hier die Abtragungs- und Umlagerungsprozesse besonders intensiv.

## **1.2 Datenbasis**

Die Abrasionsplattform seewärts des Brodtener Ufers ist bisher nur in ihren Randbereichen mit hydroakustischen Methoden untersucht worden. Ein neuer Datensatz wurde im Rahmen einer Ausfahrt mit FS HAITHABU vom 07. bis 09. Juni 2010 unter Fahrtleitung von Dr. Ivo Bobsien (LLUR) generiert (Abbildung 4). Aus den Randbereichen der Abrasionsplattform existieren zusätzlich umfangreiche Datensätze des Instituts für Geowissenschaften (IfG) der Universität Kiel (Abbildung 5). Sie werden in diesen Bericht einbezogen.

## **2. Methodik**

Die flächendeckende Kartierung zur Erfassung der Sedimentverteilung am Meeresboden seewärts des Brodtener Ufers wurde während einer Ausfahrt mit FS Haithabu vom 07. bis 09. Juni 2010 mittels eines Seitensichtsonars, Typ Benthos 1624, durchgeführt. Eine Kalibration der gewonnenen hydroakustischen Daten erfolgte durch Sedimentproben.

Seitensichtsonare verwenden eng gebündelte Schallstrahlen, um die akustischen Rückstreuungseigenschaften des Meeresbodens zu ermitteln (Abbildung 1). Diese Rückstreuungseigenschaften hängen mit der Neigung und der Rauigkeit des Meeresbodens sowie der Korngrößenzusammensetzung des Sediments



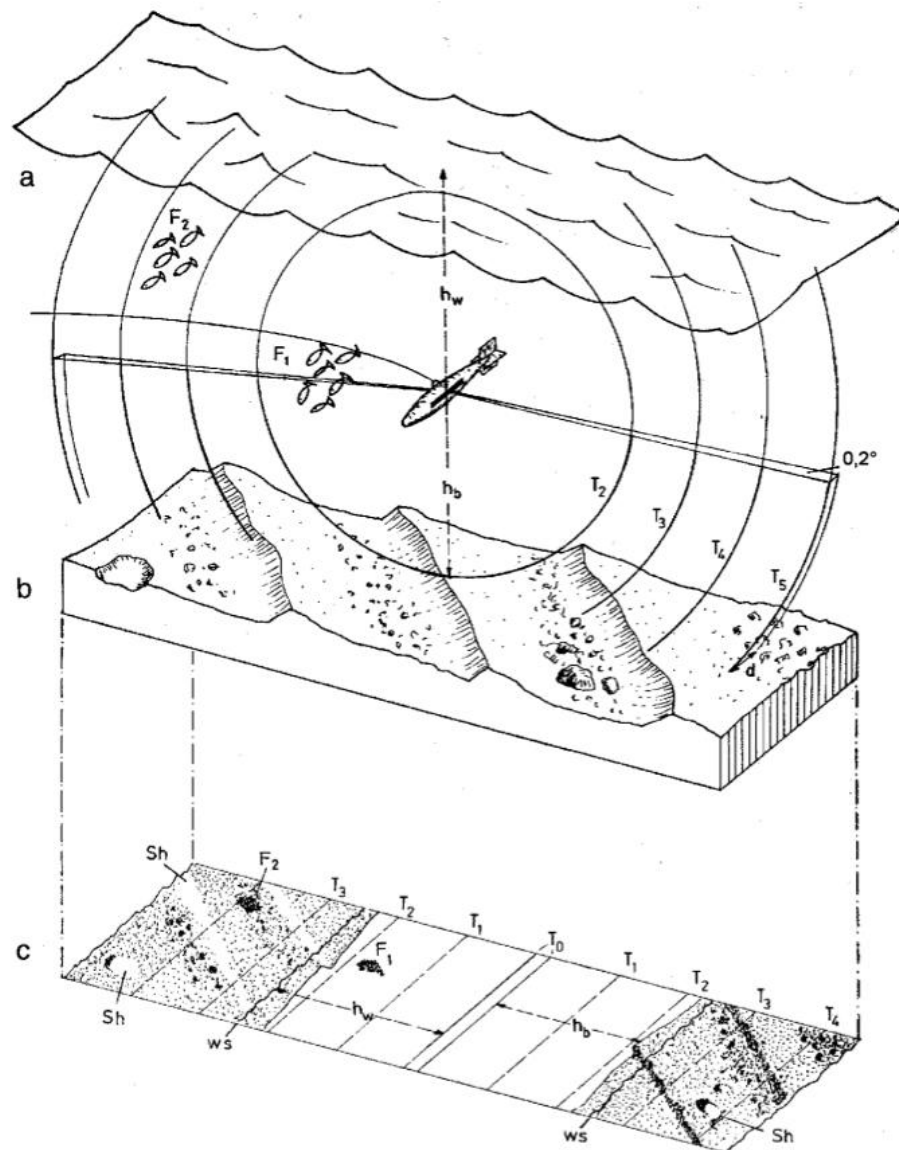


Abbildung 1 Funktionsprinzip des Seitensichtsonars. a - Wasseroberfläche, b - Meeresboden, c - Sonographie, T0 - Ausgangsimpulse, T1 bis T5 - Zeitmarken (gleichzeitig Skalenlinien), Sh - akustischer Schatten, F1 und F2 - Fischschwärme, d - Auflösung am Boden,  $h_w$  - Abstand Wasseroberfläche - Schwiner,  $h_b$  - Abstand Schwiner - Boden (NEWTON et al, 1973).

zusammen. Ein Abgleich mit sedimentologischen Daten erlaubt daher die Erstellung von Sedimentverteilungskarten, sowie die Identifikation einzelner Objekte und Strukturen am Meeresboden, etwa von Steinen und Rippeln. Ausführliche Information zur Funktionsweise von Seitensicht-Sonarsystemen finden sich bei LURTON (2002) und BLONDEL (2009)

Das Benthos 1624 Seitensichtsonar verwendet zwei Frequenzbänder, die bei 100 und 400 kHz liegen. Die Verwendung von Frequenzbändern, mit kontinuierlich geänderter Frequenz während der Signalausstrahlung erhöht den möglichen Energieeintrag in das Wasser, und damit die Reichweite des Sonars (Chirp-Technologie). Die in diesem Bericht gezeigten Abbildungen basieren auf Aufzeichnungen, die mit der höher

auflösenden 400 kHz-Frequenz durchgeführt wurden. In den dargestellten Abbildungen entsprechen dunklere Farben einer höheren Rückstreuintensität (und damit im Normalfall größerem Sediment). Demgegenüber werden niedrigere Rückstreuintensitäten in helleren Farben dargestellt. Die Aufnahme und Prozessierung der Seitensichtsonar-Daten erfolgte mit der Software ISIS der Firma Triton. Als Endergebnis liegen GeoTIF-Dateien mit einer Auflösung von 20 cm und 50 cm vor (siehe Anlagen).

Die zur Kalibrierung der Seitensichtsonardaten notwendigen Sedimentproben wurden mit einem Backengreifer gewonnen. Die Analyse der Sedimentproben erfolgte im Labor durch mechanische Siebung weitgehend nach dem ASTM-Standard (American Society of Technical Measurement). Als untere Größenbeschränkung wurde die Grenze Sand / Silt (0,063 mm) gewählt (KÖSTER et al. 1993). Feineres Material wurde vor der Siebung abgeschlämmt. Für den Korngrößenbereich zwischen 2 mm und 2 cm wurde die Gesamtprobe gesiebt. Im Bereich zwischen 0,063 mm und 2 mm, wurde eine Einwaage zwischen 80 und 120g verwendet. Die für diese Fraktionen gemessenen Korngewichte wurden anschließend auf das Gesamtgewicht der Probe bezogen. In den Probentabellen (siehe Anlage) sind die bereits auf das Gesamtgewicht bezogenen Werte angegeben. Kalkschalen größer als 1,7mm wurden vor Beginn der Bearbeitung aussortiert und bei der weiteren Analyse nicht berücksichtigt. Eine zusammenfassende Übersicht des Arbeitsganges während der Siebanalyse ist in Abbildung 2 dargestellt.

Die genaue Zusammensetzung überwiegend feinkörnigerer Proben (Feinsand & Schluff) wurde mit optischen Methoden bestimmt. Die Korngrößenanalyse basiert dabei auf dem Prinzip, dass Partikel unterschiedlicher Größe unterschiedliche Beugungsmuster erzeugen, wenn sie einen Laserstrahl durchlaufen (AGRAWAL et al. 1997). Während der Probenvorbereitung wird die Kalkkomponente durch Salzsäure (HCl) und die organische Komponente durch Wasserstoffperoxid (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) entfernt. Die Sedimentfraktion > 1,7 mm kann mittels laserbasierter Korngrößenmessung nicht bestimmt werden. Die Berechnung der Korngrößenverteilung und der statistischen Parameter erfolgte mit dem Excel-basierten Softwarepaket Gradistat (BLOTT & PYE 2001). Ein Vergleich gebräuchlicher Einheiten und Begriffe zur Korngrößenbeschreibung findet sich in Abbildung 3.

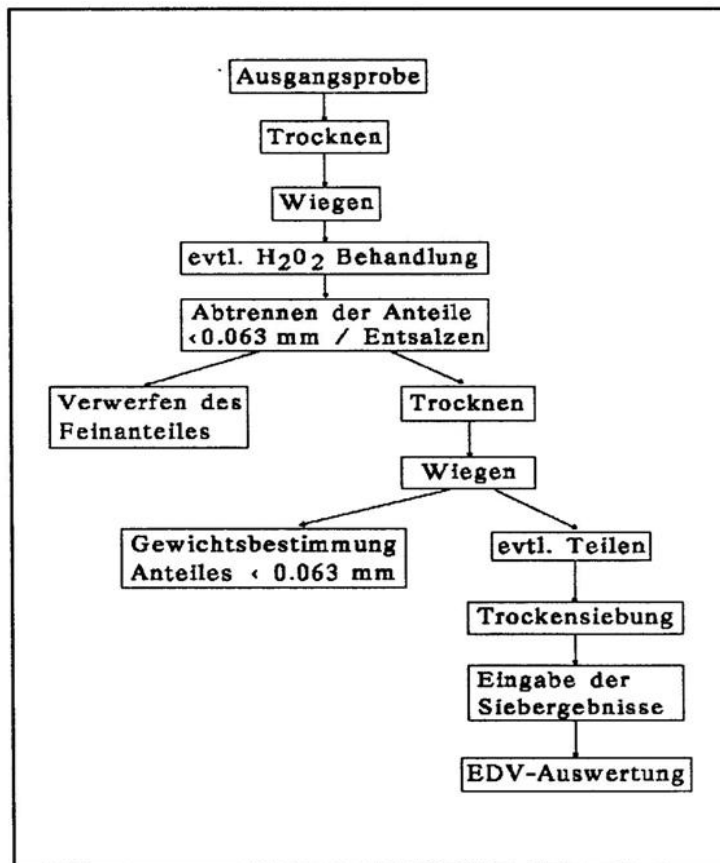


Abbildung 2 Flussdiagramm zur Probenbearbeitung (Köster et al. 1993)

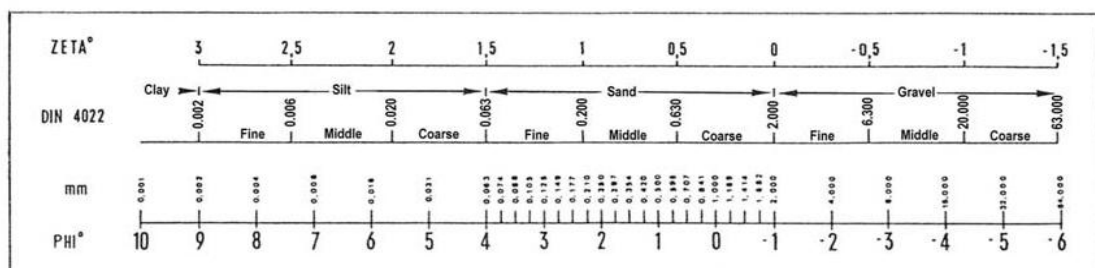


Abbildung 3 Vergleichender Korngrößenmaßstab (Köster et al. 1993)

Ein Großteil der Proben aus dem Untersuchungsgebiet weist einen hohen Anteil an Komponenten größer 2 cm auf. Die gewonnene Sedimentmenge genügt in diesen Fällen nicht für eine repräsentative Korngrößenverteilung der Gesamtprobe. Dies hat zur Folge, dass die meisten gebräuchlichen, statistischen Parameter nicht angewendet werden können, die eine Normalverteilung der Probe voraussetzen. Insbesondere die Angabe eines Mittelwertes und einer Sortierung ist nicht möglich. Als Zentralmaß wird stattdessen auf den Modus zurückgegriffen, der auch in polymodalen Sedimenten angewendet werden kann.

## 3. Ergebnisse

### 3.1 Hydroakustik

Die Ergebnisse der durchgeführten Seitensichtsonar-Kartierungen sind in Abbildung 4 zusammengefasst. Der verfügbare Datensatz umfasst eine Fläche von ca. 96 km<sup>2</sup>. Davon entfallen 18 km<sup>2</sup> auf die im Rahmen dieses Projektes durchgeführte Ausfahrt mit FS HAITHABU. Demgegenüber werden 78 km<sup>2</sup> Seitensichtsonar-Daten aus dem Archiv des IfG ausschließlich für dieses Projekt bereitgestellt (Abbildung 5). Die Datensätze überschneiden sich teilweise. Es ist zu berücksichtigen, dass diese Daten im Verlauf mehrerer Jahre aufgezeichnet wurden. Treten an den Schnittstellen unterschiedliche Sedimenttypen auf, ist dies auf saisonale Effekte bzw. Effekte der Sedimentdynamik zwischen den einzelnen Ausfahrten zurückzuführen.

Die nach NE spitz auslaufende Abrasionsplattform ist auf Grund der höheren Rückstreuintensität (dunklere Farben in den Seitensichtsonar-Abbildungen) deutlich erkennbar. Das seewärtige Ende des Bereiches hoher Rückstreuintensität konnte während der Ausfahrt nicht kartiert werden. Aus Archivdaten des IfG geht jedoch hervor, dass sich die Abrasionsplattform in nordöstlicher Richtung noch einige Kilometer weiter seewärts erstreckt (Abbildung 5). Diese Daten entstammen verschiedenen Arbeiten (SCHWARZER & KRAUSE, 2008, HARDERS et al., 2005, HARDERS, 2004, ROHDE, 2009, LANGENBACHER, 2007, RIETHDORF, 2007, ROHDE, 2007, STRUTZ, 2008, JESUŠEK, 2008, KASTEN, 2010, PIETKOWSKI, 2010)

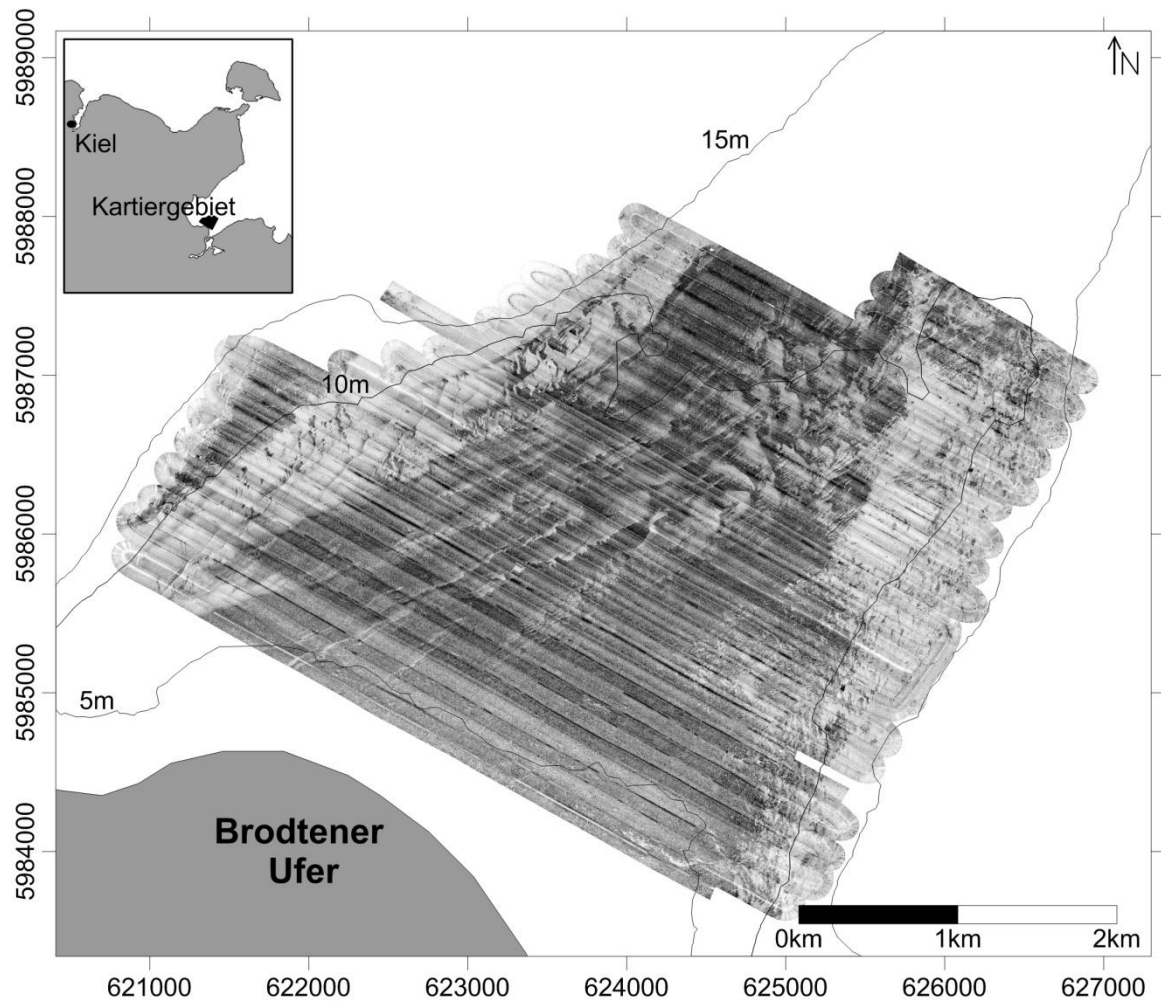


Abbildung 4. Mit FS Haithabu vom 07. bis 09. Juni kartierter Bereich der Abrasionsplattform (Steinriff) seewärts des Brodter Ufers. Bereiche mit hoher akustischer Rückstreuung (grobes Sediment) sind in dunklen Farben, Bereiche niedriger akustischer Rückstreuung (feines Sediment) in hellen Farben dargestellt. Diagonal durch das Bild laufende Linien sind Artefakte an Schnittstellen zwischen den einzelnen Profilen.

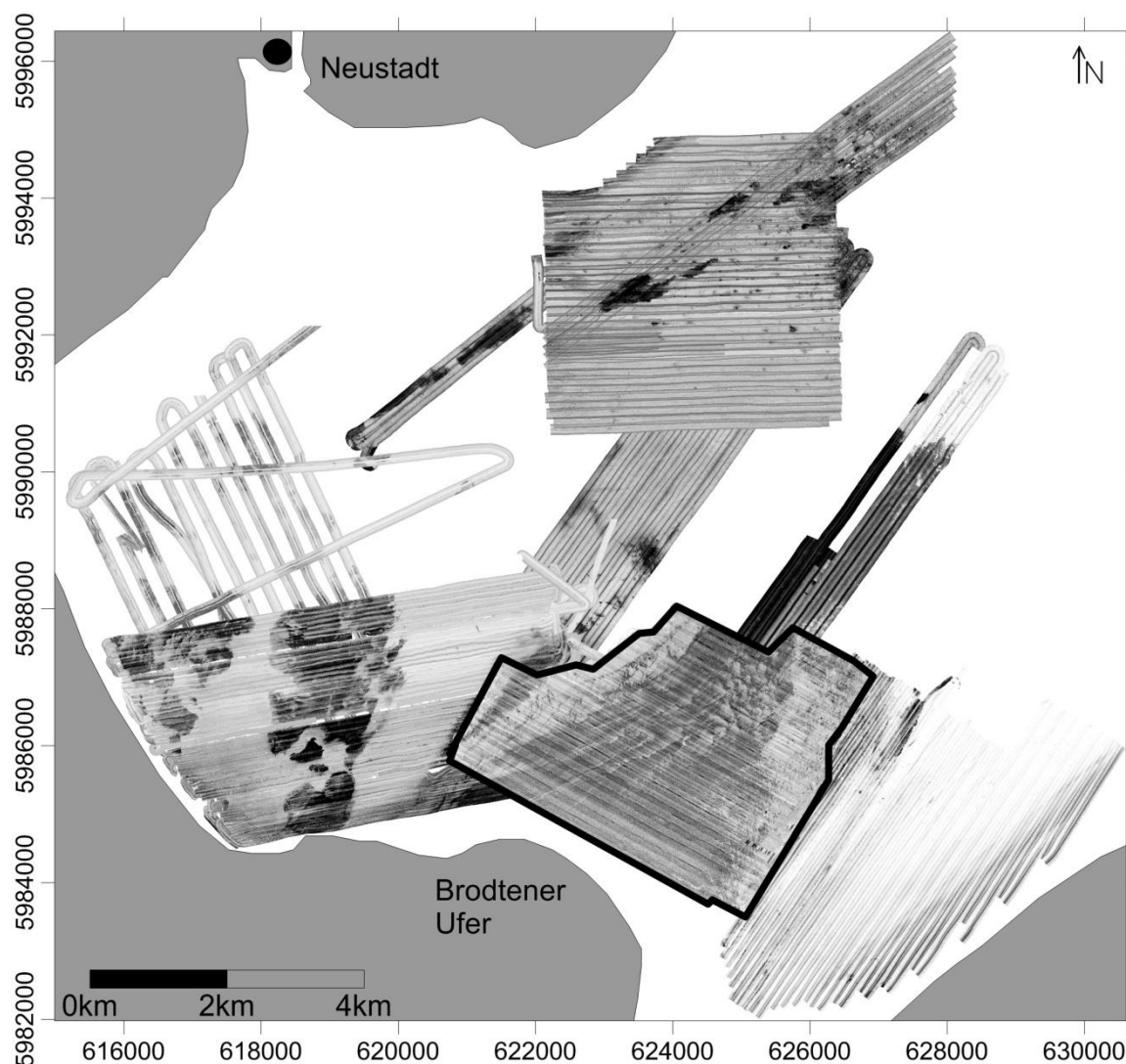


Abbildung 5. Übersicht über den verfügbaren, digitalen Datensatz für die innere Lübecker Bucht. Die während der Ausfahrt vom 07. bis 09. Juni eingefahrenen Daten sind schwarz umrahmt. Die übrigen Daten stammen aus dem Archiv des IfG. Es ist zu beachten, dass Teile dieses Datensatzes bisher nicht abschließend prozessiert sind.

Die nordwestliche Begrenzung des Steinriffs ist durch einen schnellen Abfall der Wassertiefe auf 15 m gegeben, erkennbar auch am Verlauf der Tiefenlinien (Abbildung 4). Der exakte Verlauf dieses Hanges lässt sich allein mit Seitensichtsonar-Aufnahmen nicht auskartieren. Diese Begrenzung der Abrasionsplattform ist mit einem Sediment bedeckt, das das akustische Signal weniger stark rückstreut. Dieses Sediment wurde durch Greiferproben und anschließende Sedimentanalyse als überwiegend fein- bis mittelsandig identifiziert (siehe Abschnitt 3.2). Die südwestliche Begrenzung des Arbeitsgebietes ist demgegenüber hinsichtlich der Rückstreuereigenschaften des Sedimentes undeutlicher ausgeprägt. Hier streichen gehäuft kleine Bereiche stark rückstreuenden Materials am Meeresboden aus, voneinander getrennt durch fein- bis mittelsandigem Sediment.

Detailabbildungen zeigen zahlreiche Steine und Rippeln auf der Oberfläche der Plattform (Abbildung 6). Die Steine liegen dabei nicht konzentriert in Form von Steinfeldern vor, sondern sind unregelmäßig über die Abrasionsplattform verteilt. Im Nordosten der Plattform nimmt die Belegungsichte mit Steinen ab. Hier finden sich gehäuft Flächen, die aus feinerem Sediment, das eine geringere Rückstreuintensität aufweist, aufgebaut sind. Dieses Sediment konnte als Mittelsand identifiziert werden (siehe Abschnitt 3.2). Die Übergänge zwischen diesen als Sandschleiern bezeichneten Bereichen und dem umgebenden Sediment, das deutlich erkennbare Rippeln bildet, sind scharf ausgeprägt (Abbildung 6). Es ist hervorzuheben, dass auch in diesem Bereich Steine und Blöcke an der Oberfläche auftreten, es sich also nicht um reine Sandflächen handelt. Weiter landwärts finden sich diese Sandschleier in Form langgestreckter, SW-NE streichender Bänder (Abbildung 7).

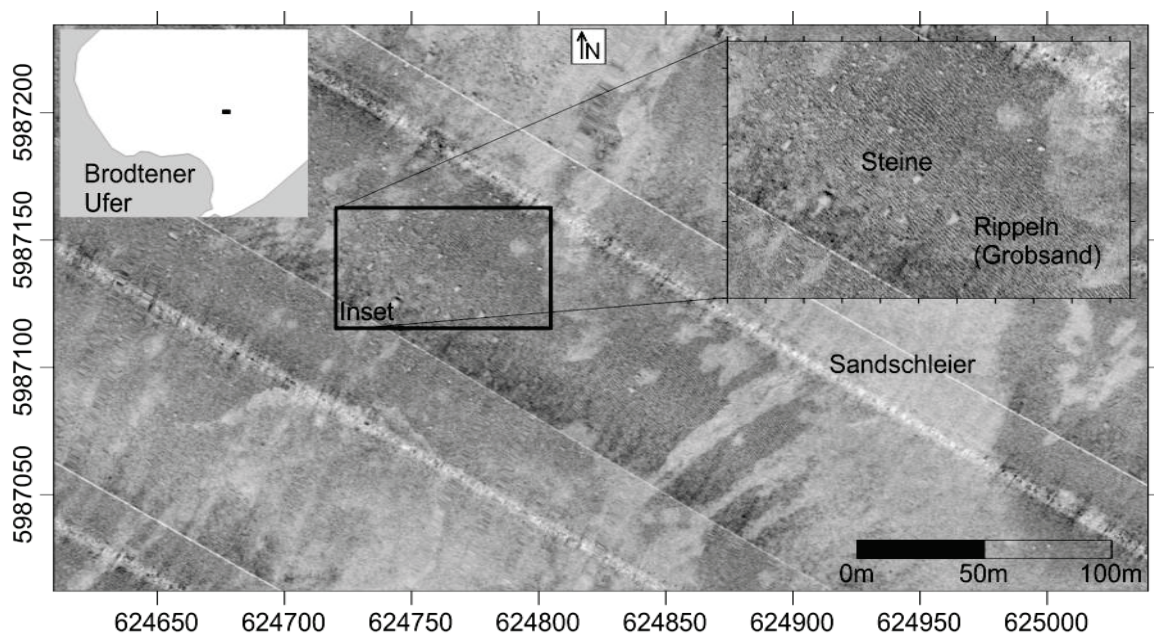


Abbildung 6. Typisches Erscheinungsbild der Abrasionsplattform im Nordosten des Untersuchungsgebietes. Sandschleier auf der Plattform sind scharf gegen Grobsande, die an ihrer Oberfläche Rippeln mit einem Kammabstand zwischen 80 und 120 cm ausbilden, abgegrenzt. Typischerweise sind in Gebieten mit deutlich erkennbar gerippten Grobsanden auch weniger freiliegende Steine erkennbar. (Diagonal durch das Bild laufende Linien sind Artefakte an Schnittstellen zwischen den einzelnen Profilen).

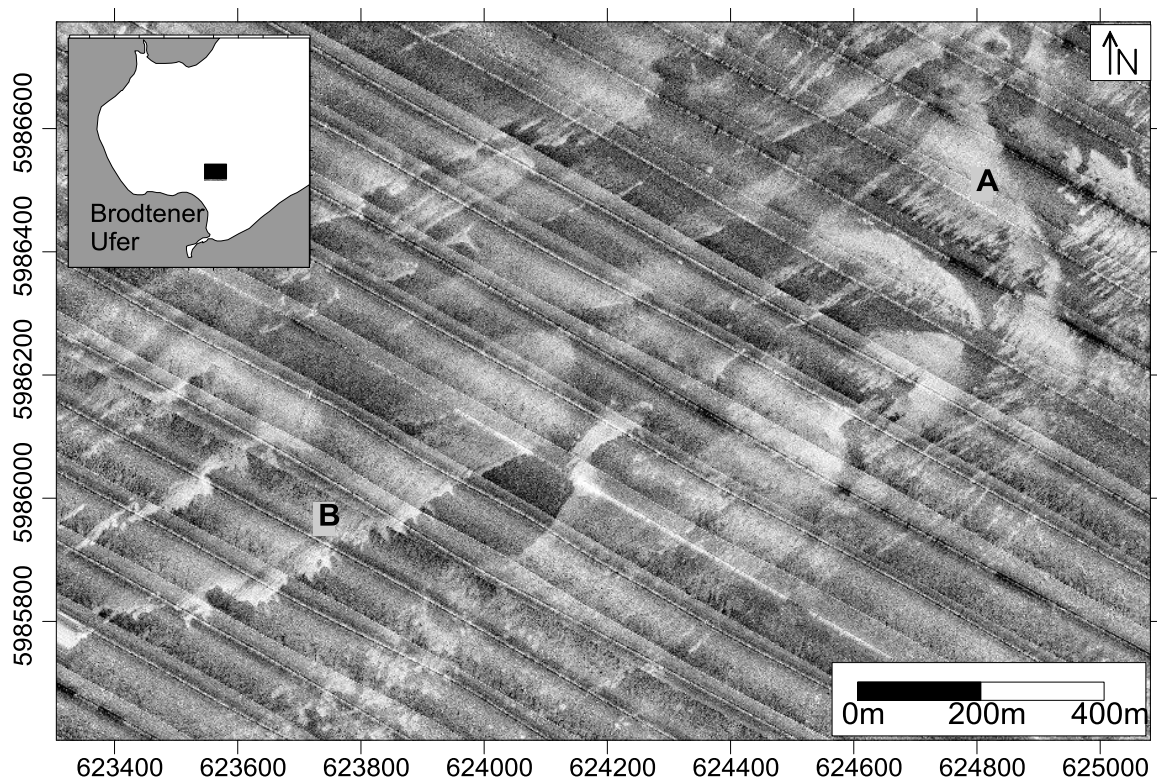


Abbildung 7. Der Übergang von ovalförmigen, etwa NW-SE orientierten Sandschleiern im Nordosten der Abrasionsplattform (A) zu langgestreckten, SW-NE streichenden Sandbändern im Südosten der Plattform (B) wird hier deutlich. Beide Strukturen sind auf Grund ihrer geringeren Rückstreuung als hellere Flächen erkennbar. Diagonal durch das Bild laufende Linien sind Artefakte an Schnittstellen zwischen den einzelnen Profilen.

### 3.2 Sedimentologische Daten

Basierend auf dem Seitensicht-Sonarmosaik, das aus den Daten der ersten beiden Messtages erstellt wurde, erfolgte die Auswahl der Probenstationen. Die Profile des dritten Messtages konnten nicht berücksichtigt werden, da aus Zeitgründen die Probennahme direkt im Anschluss an die Messungen mit dem Seitensicht Sonar begann. Eine Übersicht der entnommenen Sedimentproben befindet sich in Tabelle 1, eine Übersicht über die Korngrößenverteilungen wird in Abbildung 9 gegeben. Detaillierte Probendaten befinden sich in den Anlagen (beiliegende DVD). Die Korngrößen sind in mm angegeben.



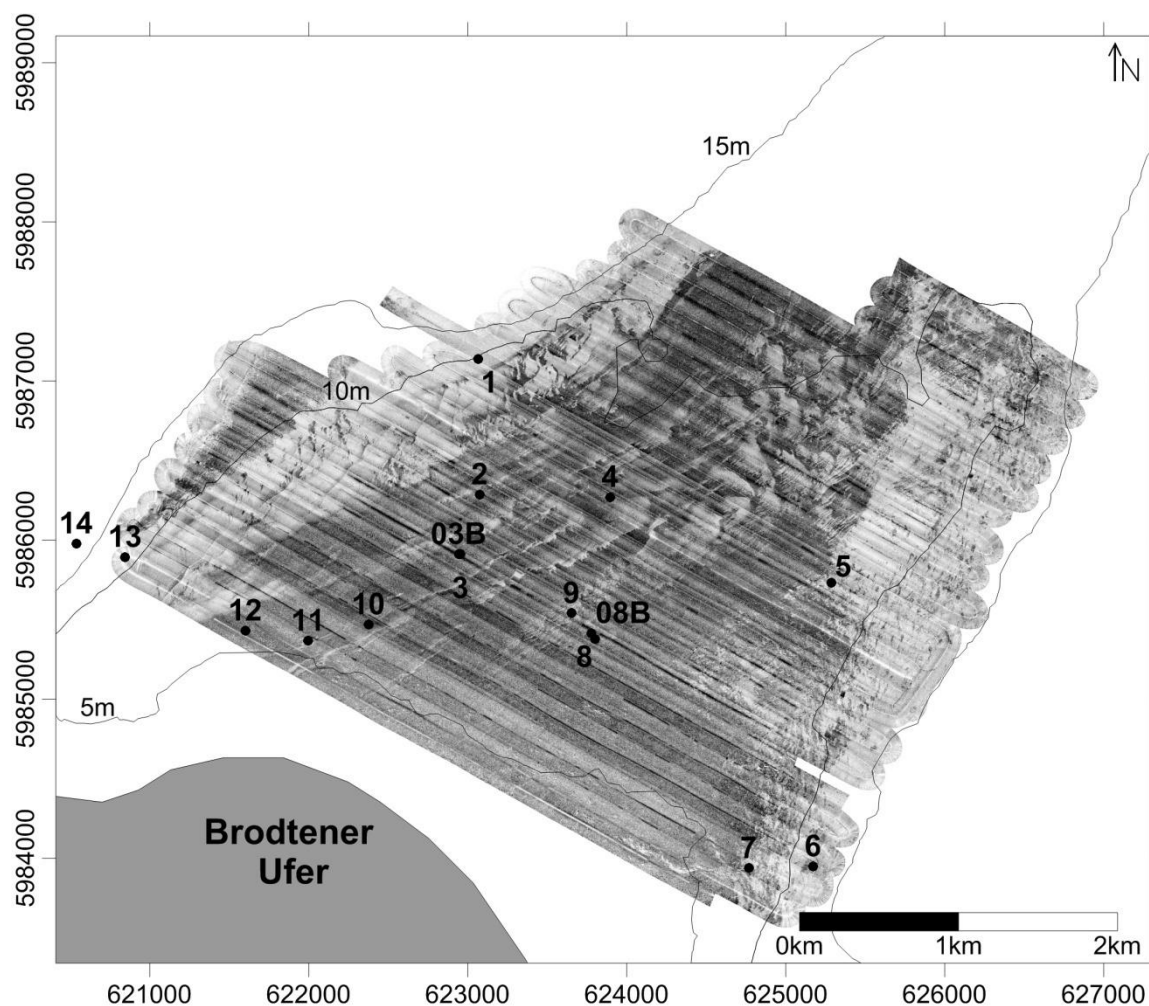


Abbildung 8. Übersicht über die Probenstationen. Alle Proben wurden am 09. Juni 2010 mit einem HELCOM-Backengreifer genommen. Die Auswahl von Probenstation 14 basierte auf Aufnahmen aus dem Archiv des IfG.

Die direkt von der Abrasionsplattform entnommenen Sedimentproben lassen sich in zwei Gruppen einteilen. Die Proben 02, 08, 08B, und 09 (Abbildung 9A) sind den Sandbändern im südlichen Bereich der Plattform entnommen. Diese Proben, enthalten teilweise einen hohen Kiesanteil ( $> 2$  cm), weisen allerdings dominierende Modi im Mittelsandbereich auf, die zwischen 0,2 mm und 0,4 mm liegen. Dies entspricht einer Kornzusammensetzung, die primär aus Mittelsand besteht. Dieses Kornspektrum kann als dominierend für die Zusammensetzung der Sandschleier auf der Abrasionsplattform angenommen werden. Die Proben 03, 03B, 04, 10 und 11 (Abbildung 9B) weisen ein sehr breites, polymodales Korngrößenspektrum auf, und zeigen, mit Ausnahme der am weitesten seewärts liegenden Probe 04, Hauptmodi im Grobsand- bis Kiesbereich. Letztere Siebresultate sind nur eingeschränkt repräsentativ für die Sedimentzusammensetzung am Meeresboden. Mit dem Kamerasystem des LLUR aufgenommene Bilder zeigen,

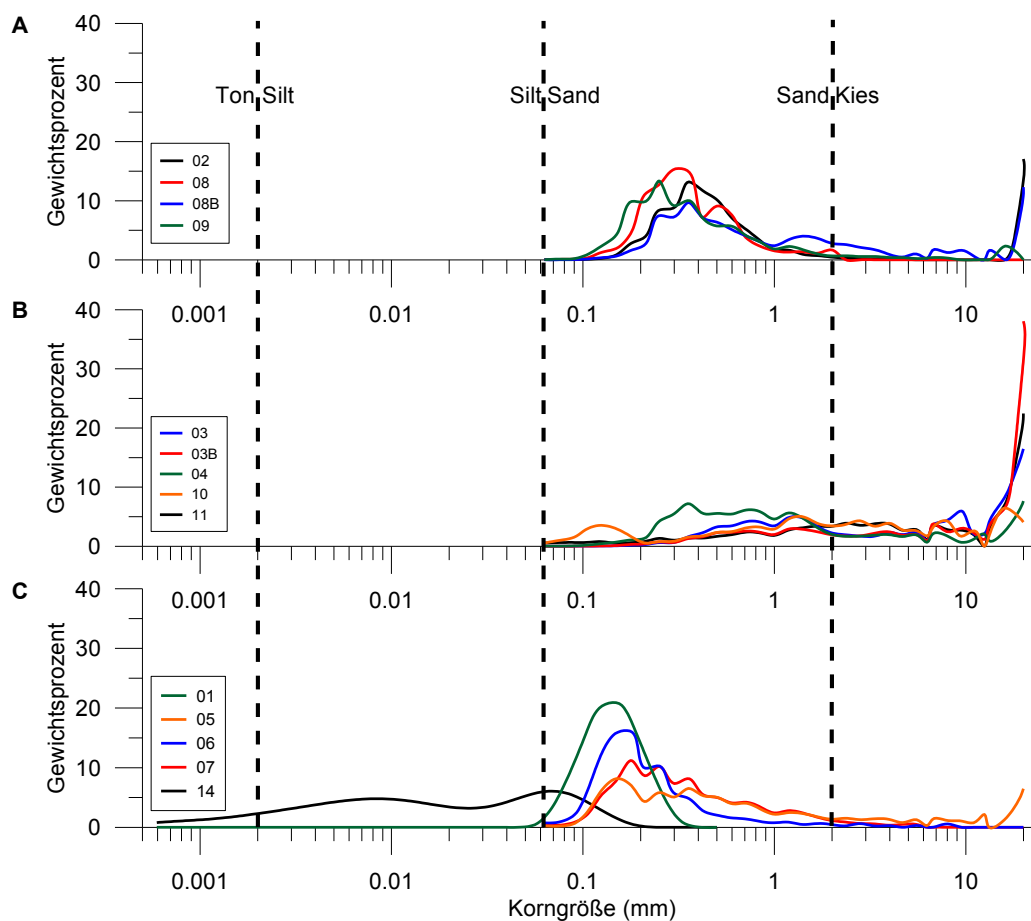


Abbildung 9. Übersicht über die Korngrößenverteilungen. Ein großer Teil der Sedimentproben besteht aus Kieskomponenten größer als 2 cm. Eine Übersicht von gebräuchlichen Einheiten und Begriffen zur Korngrößenbeschreibung findet sich in Abbildung 3. A) Sedimentproben von den Sandschleiern. B) Sedimentproben von der Abrasionsplattform. C) Sedimentproben nordwestlich und südöstlich der Abrasionsplattform.

dass ein großer Teil dieses Sediments aus Komponenten größer als 2 cm aufgebaut ist. Ein derartiges Sediment lässt sich mit dem HELCOM-Backengreifer nur unzureichend beproben, da aufgrund der Größe des Greifers die Probenmenge nicht als repräsentativ angesehen werden kann. Die fehlende Repräsentanz im Kiesbereich geht deutlich aus den Korngrößenverteilungen hervor (Abbildung 9): Der Anteil der Kieskomponente kann mehrere Zehner-Prozent erreichen, die sich darüber hinaus häufig im größten verfügbaren Sieb sammeln und daher nicht weiter differenziert werden. Weiterhin kann eine hohe Kieskomponente dazu führen, dass die Backen des Greifers nicht vollständig schließen und es in der Folge zum Verlust der Feinfraktion bereits während der Probennahme kommt. Die Daten geben allerdings einen qualitativen Überblick über das erwartete Sedimentspektrum auf der Oberfläche der Abrasionsplattform.

Die Proben 01, 05, 06, 07 und 13 (Abbildung 9C) sind von den Sandflächen NW und SE der Abrasionsplattform gewonnen. Diese Proben weisen einen einheitlichen Modus zwischen 0,13 mm und 0,19 mm auf, entsprechend einer hauptsächlich feinsandigen Zusammensetzung. Die Proben 05 und 07, an der Ostseite der Abrasionsplattform entnommen, weisen dabei im Vergleich zu den Proben 01, 06 und 13 ein wesentlich breiteres Korngrößenspektrum auf. Sie zeigen zudem einen deutlich höheren Anteil der Grobsand- und Kiesfraktion.

Probe 14 (Abbildung 9C) hat eine deutlich erkennbare bimodale Zusammensetzung, mit zwei Modi, einen bei 0,08 mm und den anderen bei 0,01 mm, entsprechend Feinsand und Mittelsilt.

Probe 12 enthielt nur Muscheln, und wurde daher nicht bearbeitet.

**Tabelle 1. Übersicht der Sedimentproben. O: Bestimmung des Korndurchmessers mit optischen Methoden Messung. M: Bestimmung des Korndurchmessers mit der Siebanalyse..**

Proben-ID	Breite	Länge	Wassertiefe [m]	Silt&Ton %	Sand %	Kies %	1. Modus [mm]	Messmethode
<b>090610-01</b>	54°01.070'	10°52.700'	14,8	0,20%	98,80%	0%	0,16	O
<b>090610-02</b>	54°00.610'	10°52.690'	8,8	0,3%	81,1%	18,6%	0,38	M
<b>090610-03</b>	54°00.410'	10°52.570'	8,8	0,2%	37,4%	62,4%	10,56	M
<b>090610-03B</b>	54°00.410'	10°52.560'	8,8	0,1%	24,9%	75,0%	7,46	M
<b>090610-04</b>	54°00.590'	10°53.440'	10,0	0,3%	67,3%	32,4%	0,38	M
<b>090610-05</b>	54°00.280'	10°54.700'	9,3	0,8%	75,9%	23,3%	0,16	M
<b>090610-06</b>	53°59.320'	10°54.550'	11,3	1,1%	96,2%	2,7%	0,19	M + O
<b>090610-07</b>	53°59.320'	10°54.180'	7,8	1,3%	94,2%	4,5%	0,19	M
<b>090610-08</b>	54°00.110'	10°53.330'	8,4	0,6%	96,4%	3,0%	0,38	M
<b>090610-08B</b>	54°00.130'	10°53.310'	8,4	0,4%	68,9%	30,6%	0,38	M
<b>090610-09</b>	54°00.200'	10°53.200'	9,0	0,5%	92,8%	6,7%	0,27	M
<b>090610-10</b>	54°00.180'	10°52.030'	6,9	3,5%	47,0%	49,5%	1,3	M
<b>090610-11</b>	54°00.130'	10°51.680'	6,3	2,8%	29,5%	67,7%	2,6	M
<b>090610-12</b>	54°00.170'	10°51.320'	5,8	Muschelbank. Kein Sediment gewonnen.				keine
<b>090610-13</b>	54°00.430'	10°50.640'	12,8	0,70%	99,30%	0%	0,13	O
<b>090610-14</b>	54°00.480'	10°50.360'	17,2	76,30%	23,70%	0%	0,08/0,01	O

## 4. Interpretation

Es kann davon ausgegangen werden, daß die kartierte Abrasionsplattform eine Fortsetzung der geologischen Einheiten darstellt, wie sie im Kliff des Brodtener Ufers aufgeschlossenen sind. Dieses besteht überwiegend aus eiszeitlichem Moränenmaterial, in das gelegentlich Beckensedimente eingeschaltet sind.. Durch die Einwirkung von Wellen und Strömungen wird das Sediment auf dem Steinriff langsam abgetragen (SCHWARZER et al., 2000, SCHROTTKE, 2001) und es bleiben Restsedimente auf der Abrasionsplattform zurück. Diese beinhalten eine große Menge an Steinen und Blöcken. Weiter seewärts bedeckt zunehmend deutlich feineres Sediment, auf dem sich Wellenrippeln ausbilden, den Meeresboden. Die Belegungsdichte mit Steinen und Blöcken ist hier reduziert. Von diesem Sediment liegt keine Probe vor; erfahrungsgemäß werden derartige Rippeln mit gegenseitigen Kammabständen bis zu 120 cm von Grobsanden und Feinkiesen geformt.

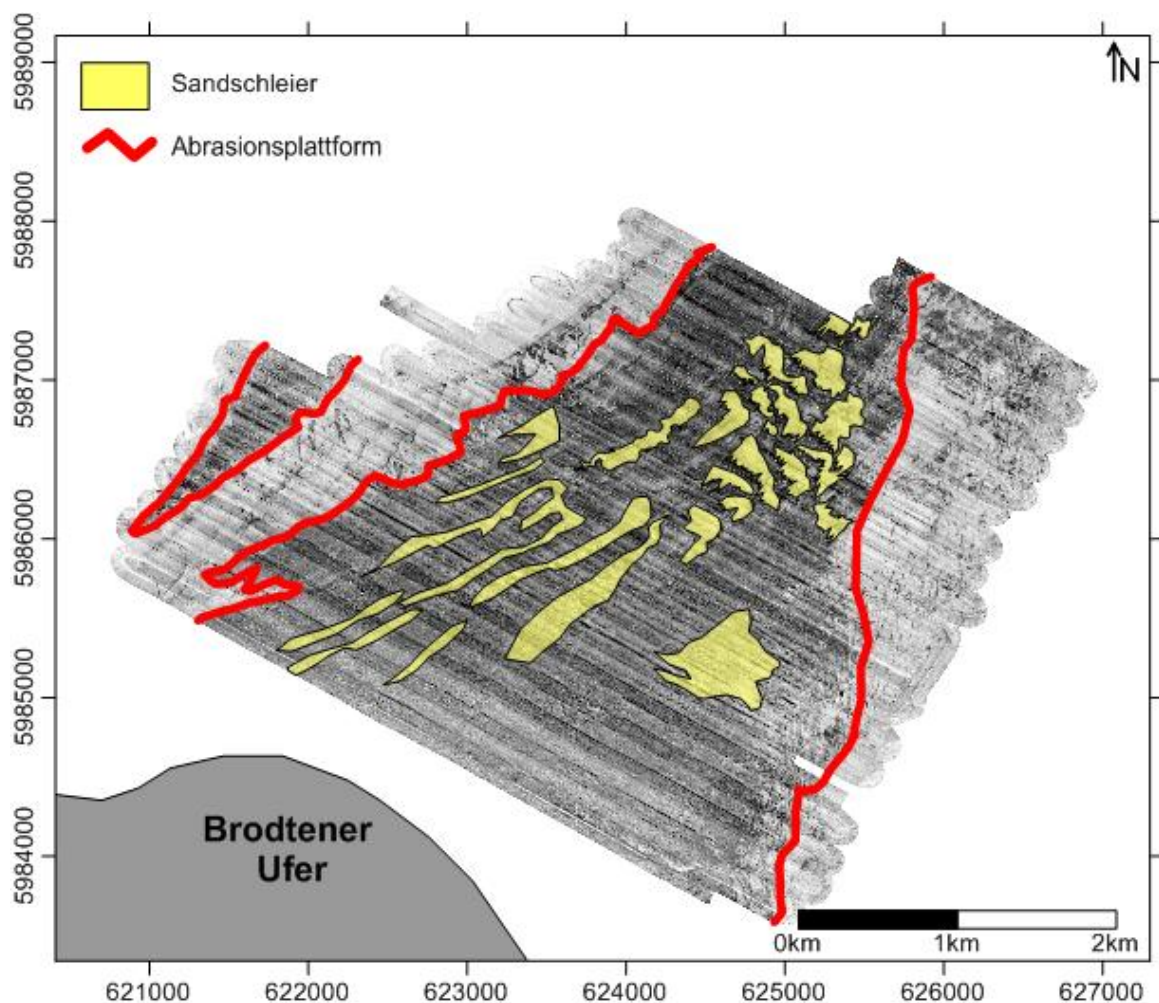


Abbildung 10. Die Grenzen der Abrasionsplattform sowie die Position der Sandschleier liegen als shape-file vor.

Sandschleier, überwiegend bestehend aus Mittelsand, formen vermutlich nur eine dünne Decke auf der Abrasionsplattform. Sie sind als mobile Strukturen anzusehen. Über das Ausmaß ihrer Dynamik lassen sich allerdings keine Aussagen treffen. Derartige Formen können ihre Position regelmäßig ändern, aber auch über lange Zeiträume stabil sein (ANTHONY & LETH 2002, DIESING et al. 2006). Die hohe Anzahl und Belegungsdichte mit Steinen und Blöcken erlaubt hingegen die Einstufung der Abrasionsplattform als „geogenes Riff“. Aussagen über die räumliche Ausdehnung von Muschelbänken, die in einigen Kameraprofilen bemerkt und in Sedimentprobe 12 beprobt wurden, waren nicht Gegenstand der Untersuchungen.

Die Ausdehnung der Abrasionsplattform und die Gebiete mit ausgeprägten Sandschleiern sind in Abbildung 10 dargestellt. Diese Begrenzungen befinden sich als shape-file in der Anlage. Es ist zu beachten, dass insbesondere die südöstliche Begrenzung der Abrasionsplattform recht unscharf ausgeformt ist, und sich nur schwer durch eine scharfe Abgrenzung unterteilen lässt.

Die Randbereiche der Abrasionsplattform sind von Sediment überwiegend mittelsandiger Zusammensetzung bedeckt. Basierend auf der Sedimentzusammensetzung kombiniert mit den Ergebnissen aus der Seitensicht-Sonarvermessung lässt sich vermuten, dass sich die Abrasionsplattform im Osten des Untersuchungsgebietes unter einer dünnen Sanddecke fortsetzt, wogegen die Plattform im Westen des Gebietes endet.

Weiter westlich findet sich das typische siltige Material, das weite Teile der inneren Lübecker Bucht bedeckt. Die ausgeprägt Bimodalität von Probe 14 lässt einen Transport der feinsandigen Komponente von der Abrasionsplattform in tieferes Wasser vermuten.

## Literaturverzeichnis

AGRAWAL, Y.C., MCCAVE, I.N., RDLEY, J.B. (1997). Laser diffraction size analysis. In: Syvitski, P.M.: Principles, methods and application of particle size analysis. Cambridge University Press.

ANTHONY, D., LETH, J.O. (2002). Large-scale bedforms, sediment distribution and sand mobility in the eastern North Sea off the Danish west coast. *Marine Geology* **182**, 247-263.

BLONDEL, P. (2009). The Handbook of Sidescan Sonar, 316 S. (Springer)

BLOTT, S.J., PYE, K. (2001). GRADISTAT: a grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments. *Earth Surface Processes and Landforms* **26**, 1237-1248.

DIESING, M., KUBICKI, A., WINTER, C., SCHWARZER, K. (2006). Decadal scale stability of sorted bedforms, German Bight, southeastern North Sea. *Continental Shelf Research* **26**, 902-916.

DUPHORN, K., KLIEWE, H., NIEDERMEYER, R.O., JANKE, W., WERNER, F. (1995). Sammlung geologischer Führer Bd. 88: Die deutsche Ostseeküste. Gebr. Borntraeger-Verlag.

HARDERS, R., DEHDE, B., DIESEN, M., GELHARDT, M. & SCHWARZER, K. (2005): Postglacial development of Neustadt Bay in the western Baltic Sea. *Meyniana*, **57**, 37-60, Kiel

KASTEN, S. (2009). Seegrundkartierung in der Lübecker Bucht, Brodtener Ufer – Aalbeekrinne. – Diplomkartierung Inst. f. Geowissenschaften Univ Kiel, 99 S. (unveröff.).

JESUBEK, A., (2008), Aufbau des Seegrundes in der Inneren Lübecker Bucht (westliche Ostsee) - Pleistozänoberfläche, holozäne Ablagerungen und Oberflächensediment- Verteilung. Diplomkartierung Inst. f. Geowissenschaften d. Univ. Kiel (unveröff.)

KÖSTER, R. ET AL. (1993):Bearbeitung von Sediemntproben (interner Bericht).

LANGENBACHER, J.M. (2007). Pleistozänoberfläche, Holozänaufbau und Verteilung der Oberflächensedimente in der inneren Lübecker Bucht. – Diplomkartierung Inst. f. Geowissenschaften Univ. Kiel, 70 S. (unveröff.).

LURTON, X., 2002. An Introduction to underwater Acoustics – principles and Application, 347 S. (Springer).

NEWTON, R.S., SEIBOLD, E. & WERNER, F. (1973): Facies distribution patterns on the Spanish Sahara continental Shelf mapped with side-scan sonar. - „Meteor“ Forschungs-Ergebnisse, C15: 55-77; Berlin, Stuttgart.

RIETHDORF, J. R. (2007). Quartärgeologische Seegrundkartierung in der südlichen Lübecker Bucht (westliche Ostsee). - Diplomkartierung Inst. f. Geowissenschaften Univ. Kiel, 82 S. (unveröff.).

PIETKOWSKI, M. (2009). Lübecker Bucht. - Diplomkartierung Inst. f. Geowissenschaften Univ. Kiel, 87 S. (unveröff.).

ROHDE, V., (2009), Spätpleistozäne und holozäne Stratigraphie der Inneren Lübecker Bucht. Diplomarbeit Inst. f. Geowissenschaften d. Univ. Kiel (unveröff.)

SCHROTTKE, K. (2001): Rückgangsdynamik schleswig-holsteinischer Steilküsten unter besonderer Betrachtung submariner Abrasion und Restsedimentmobilität. Ber. - Rep., Inst. für Geowiss. Univ. Kiel, **16**: 168 S.

SCHWARZER, K., SCHROTTKE, K., STOFFERS, P., KOHLHASE, S., FRÖHLE, P., FITTSCHEN, T., MOHR, K., RIEMER, J. & WEINHOLD, H. (2000b): Einfluß von Steiluferabbrüchen an der Ostsee auf die Prozeßdynamik angrenzender Flachwasserbereiche. Abschlußbericht Inst. f. Geowissenschaften d. Univ. Kiel: 182 S. + 11 Tafeln, Kiel (unveröff.).

SCHWARZER, K. & KRAUSE, R., 2008. Untersuchungen zur Morpho- und Sedimentdynamik im Hinblick auf eine Küstensicherungs- und Hochwasserschutzmaßnahme im Bereich Timmendorfer Strand. – Bericht AG Sedimentologie, Küsten- und Schelfgeologie, 58 S. (unveröff.).

STRUTZ, T., (2008), Quartärgeologischer Aufbau und Sedimentverteilung in der Travemünder Bucht (innere Lübecker Bucht). Diplomkartierung Inst. f. Geowissenschaften d. Univ. Kiel (unveröff.)





## **Anlagen**

Auf den beiliegenden DVDs befinden sich die Seitensichtsonar-Rohdaten, sowie GeoTifs der prozessierten Seitensichtsonar-Rohdaten, basierend auf 100 kHz und 400kHz Aufnahmen (siehe Abschnitt 2). Die Auflösung der GeoTifs beträgt 20 cm für die 100 kHz-Aufnahme, sowie 20 cm und 50 cm für die 400 kHz-Aufnahme. Desweiteren befinden sich die detaillierten Ergebnisse der Probenbearbeitung, sowie die in Abbildung 10 gezeigten Grenzen der Abrasionsplattform als shape-Datei auf den DVDs.

